

## 明 細 書

### コモンモードノイズフィルタ

#### 技術分野

[0001] 本発明は各種電子機器に使用される小型の積層型コモンモードノイズフィルタに関する。

#### 背景技術

[0002] 図16は特開2000-190410号公報に開示されている従来のコモンモードノイズフィルタ1001の分解斜視図である。絶縁層1A～1Dの各々の上面に金属を含む渦巻き形状の導体2A、2B、3A、3Bがそれぞれ設けられている。導体2Aと導体2Bとがバイア電極4Aを介して接続されてコイル2を形成し、導体3Aと導体3Bとがバイア電極4Bを介して接続されてコイル3を形成している。絶縁層1Aの下面と導体3Bの上面に磁性材料からなる絶縁層5がそれぞれ設けられる。絶縁層1B～絶縁層1Dは非磁性材料で構成され、絶縁層1Aと絶縁層5は磁性材料で構成されている。絶縁層1Cを介して対向する導体2Bと導体3Aとは磁気結合している。これにより、コイル2とコイル3はそれらを通過する信号のコモンモード成分に対して大きなインピーダンスを有し、コモンモード成分のノイズを除去する。

[0003] コモンモードノイズフィルタ1001では、絶縁層1Cが薄い場合、絶縁層1Cを介して設けられた導体2Bと導体3Aとの間すなわちコイル2とコイル3との間で絶縁不良や導体2Bと導体3Aの金属のマイグレーションが発生する可能性がある。絶縁層1B、絶縁層1Dが厚い場合には、絶縁層1Aと導体2Bとの距離、導体1Dの上面に設けられた絶縁層5と導体3Aとの距離が長くなるため、絶縁層1A、絶縁層5で発生する磁界が有效地に活用されず、コイル2、3のコモンモード成分に対するインピーダンスを大きくできない場合がある。

[0004] 図17は特開2001-76930号公報に開示されている従来のコモンモードノイズフィルタ1002の分解斜視図である。絶縁層501A～501Dの各々の上面に導体502A、502B、503A、503Bが設けられている。導体502Aと渦巻き形状の導体502Bとがバイア電極504Aを介して接続されてコイル502を形成し、導体503Aと導体503

Bとがバイア電極504Bを介して接続されてコイル503を形成する。導体503Bの上面に磁性材料からなる絶縁層501Eが設けられている。非磁性材料で構成された絶縁層501B～501D上に、導体502Bおよび導体503Aの渦巻き形状の内側に磁性部505がそれぞれ設けられる。

- [0005] コイル502、503はそれらを通過する信号のコモンモード成分に対して大きなインピーダンスを有し、コモンモードノイズを除去する。磁性部505はコイル502とコイル503の間を交差する磁界を強め、コイル502、503のコモンモード成分に対するインピーダンスをより大きくして、より大きくコモンモードノイズを除去できる。
- [0006] 従来のコモンモードノイズフィルタ1002では、非磁性材料による絶縁層501B～501Dにそれぞれ1つの磁性部505が設けられている。磁性部505は絶縁層501B～501Dにそれぞれ孔を設けた後、ペースト状の磁性材料を充填、熱硬化することにより形成される。磁性部505を大きくするためには、磁性部505を設けるための孔の径を大きくする必要がある。その孔の径を大きくすると、充填時においてペースト状の磁性材料は表面張力の影響を受け易いため、磁性部505の充填量が孔の容積よりも小さくなる。これにより、磁性部505の周辺に空間が生じるので、コイル502とコイル503との間を交差する磁界が弱くなる。この結果、コイル502、503のコモンモード成分に対するインピーダンスを大きくできない。

#### 発明の開示

- [0007] コモンモードノイズフィルタは、磁性材料よりなる第1の絶縁層と、第1の絶縁層上に設けられた第1の導体と、第1の導体上に設けられた非磁性材料よりなる第2の絶縁層と、第2の絶縁層上に設けられて第1の導体に接続された渦巻き形状の第2の導体と、第2の導体上に設けられた非磁性材料よりなる第3の絶縁層と、第3の絶縁層上に設けられた渦巻き形状の第3の導体と、第3の導体上に設けられた非磁性材料よりなる第4の絶縁層と、第3の導体の第2端に接続された第4の導体と、第4の導体上に設けられた磁性材料よりなる第5の絶縁層とを備える。第2の導体と第1の導体は第1のコイルを構成する。第4の導体と第3の導体は第2のコイルを構成する。第3の絶縁層は第2の絶縁層と第4の絶縁層より厚い。
- [0008] このコモンモードノイズフィルタでは、第1のコイルと第2のコイルのコモンモード成

分に対するインピーダンスを大きくできる。

#### 図面の簡単な説明

- [0009] [図1]図1は本発明の実施の形態1におけるコモンモードノイズフィルタの分解斜視図である。
- [図2]図2は実施の形態1におけるコモンモードノイズフィルタの斜視図である。
- [図3]図3は実施の形態1における他のコモンモードノイズフィルタの分解斜視図である。
- [図4]図4は実施の形態1におけるさらに他のコモンモードノイズフィルタの分解斜視図である。
- [図5]図5は実施の形態1におけるコモンモードノイズフィルタの絶縁層の厚みとコイルの結合係数との関係を示す。
- [図6]図6は実施の形態1におけるコモンモードノイズフィルタの絶縁層の厚みと絶縁不良発生率との関係を示す。
- [図7]図7は本発明の実施の形態2におけるコモンモードノイズフィルタの分解斜視図である。
- [図8]図8は実施の形態2におけるコモンモードノイズフィルタの斜視図である。
- [図9]図9は実施の形態2における他のコモンモードノイズフィルタの主要部の斜視図である。
- [図10]図10は実施の形態2におけるさらに他のコモンモードノイズフィルタの主要部の斜視図である。
- [図11]図11は実施の形態2におけるさらに他のコモンモードノイズフィルタの主要部の斜視図である。
- [図12]図12は実施の形態2におけるさらに他のコモンモードノイズフィルタの分解斜視図である。
- [図13]図13は本発明の実施の形態3におけるコモンモードノイズフィルタの分解斜視図である。
- [図14]図14は本発明の実施の形態4におけるコモンモードノイズフィルタの分解斜視図である。

[図15]図15は実施の形態2におけるコモンモードノイズフィルタの絶縁層の厚みとコイルの結合係数との関係を示す。

[図16]図16は従来のコモンモードノイズフィルタの分解斜視図である。

[図17]図17は従来のコモンモードノイズフィルタの分解斜視図である。

### 符号の説明

- [0010] 11 絶縁層(第1の絶縁層)
- 12 導体(第1の導体)
- 13 絶縁層(第2の絶縁層)
- 14 導体(第2の導体)
- 15 絶縁層(第3の絶縁層)
- 16 導体(第3の導体)
- 17 絶縁層(第4の絶縁層)
- 18 導体(第4の導体)
- 19 絶縁層(第5の絶縁層)
- 20 コイル(第1のコイル)
- 21 コイル(第2のコイル)
- 22 引出電極(第1の引出電極)
- 24 引出電極(第2の引出電極)
- 25 引出電極(第3の引出電極)
- 27 引出電極(第4の引出電極)
- 34 磁性部
- 118 導体(第4の導体)
- 511 絶縁層(第1の絶縁層)
- 512 導体(第1の導体)
- 513 絶縁層(第2の絶縁層)
- 514 導体(第2の導体)
- 515 絶縁層(第3の絶縁層)
- 516 導体(第3の導体)

- 517 絶縁層(第4の絶縁層)
- 518 導体(第4の導体)
- 519 絶縁層(第5の絶縁層)
- 520 コイル(第1のコイル)
- 521 コイル(第2のコイル)
- 522 磁性部
- 523 引出電極(第1の引出電極)
- 525 引出電極(第2の引出電極)
- 526 引出電極(第3の引出電極)
- 528 引出電極(第4の引出電極)
- 5518 導体(第4の導体)

#### 発明を実施するための最良の形態

[0011] (実施の形態1)

図1と本発明の実施の形態1におけるコモンモードノイズフィルタ101の分解斜視図である。コモンモードノイズフィルタ101は、絶縁層11の上面11A上に設けられた導体12と、導体12の上面22A上に設けられた絶縁層13と、絶縁層13の上面13A上に設けられた渦巻き形状の導体14と、導体14の上面14C上に設けられた絶縁層15と、絶縁層15の上面15Aに設けられた渦巻き形状の導体16と、導体16の上面16Cに設けられた絶縁層17と、絶縁層17の上面17A上に設けられた導体18と、導体18の上面18C上に設けられた絶縁層19とを備えている。すなわち、導体12の上面12C上に絶縁層13の下面13Bが位置する。導体14の上面14C上に絶縁層15の下面15Bが位置する。導体16の上面16C上に絶縁層17の下面17Bが位置する。導体18の上面18C上に絶縁層19の下面19Bが位置する。

[0012] 絶縁層11、絶縁層19は磁性材料で形成され、絶縁層13、絶縁層15、絶縁層17は非磁性材料で形成されている。絶縁層15は絶縁層13および絶縁層17より厚い。絶縁層11は、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ をベースとしたフェライト等の磁性材料によりシート状に構成され、絶縁性を有している。

[0013] 導体12は、銀等の導電材料をめっきすることにより絶縁層11の上面11A上に形成

される。導体12の一端部12Bには、絶縁層11の側部11Cに露出する引出電極22が接続されている。

- [0014] 絶縁層13は、Cu-Znフェライト、ガラスセラミック等の非磁性材料によりシート状に構成されて絶縁性を有する。絶縁層13の中央部には絶縁層13の上面13Aと下面13Bの間を貫通するバイア電極23が形成されている。バイア電極23は導体12の他端部12Aと接続されている。
- [0015] 導体14は渦巻き形状に銀等の導電材料をめっきすることにより絶縁層13の上面13A上に形成される。導体14の一端部14Bには絶縁層13の側部13Cに露出する引出電極24が接続されている。導体14の他端部14Aは渦巻き形状の内側に位置してバイア電極23と接続されている。バイア電極23を介して導体12の他端部12Aと導体14の他端部14Aとが電気的に接続され、導体12と導体14とからなるコイル20が形成される。
- [0016] 絶縁層15はCu-Znフェライト、ガラスセラミック等の非磁性材料によりシート状に構成されて絶縁性を有する。絶縁層15は絶縁層13および絶縁層17より厚い。
- [0017] 導体16は渦巻き形状に銀等の導電材料をめっきすることにより絶縁層15の上面15A上に形成される。導体16の一端部16Bには絶縁層15の側部15Cに露出する引出電極25が接続されている。
- [0018] 絶縁層17はCu-Znフェライト、ガラスセラミック等の非磁性材料によりシート状に構成されて絶縁性を有する。絶縁層17の中央部には絶縁層の上面17Aと下面17Bとの間を貫通するバイア電極26が形成されている。バイア電極26は導体16の渦巻き形状の内側に位置する導体16の他端部16Aに接続されている。
- [0019] 導体18は銀等の導電材料をめっきすることにより絶縁層17の上面17A上に設けられている。導体18の一端部18Bには絶縁層17の側部17Cに露出する引出電極27が接続されている。導体18の他端部18Aはバイア電極26と接続されている。バイア電極26を介して導体16の他端部16Aと導体18の他端部18Aとが電気的に接続され、導体16と導体18とからなるコイル21が形成される。
- [0020] 導体16の大部分は導体14と絶縁層15を介して対向して重なっているので互いに磁気的な影響を及ぼし合い、コイル20はコイル21と磁気結合する。これにより、コイ

ル20、21はそれらを流れる電流(信号)のコモンモード成分に対して大きなインピーダンスを有する。導体14、導体16を渦巻き形状にすることによって、コイル20、21のインピーダンスを大きくできる。バイア電極23、26は、絶縁層13、17を貫通する孔に銀等の導電材料をそれぞれ充填することにより形成される。

- [0021] 絶縁層19は、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ をベースとしたフェライト等の磁性材料によりシート状に構成されて絶縁性を有する。
- [0022] 非磁性材料よりなる絶縁層13、15、17をフェライト系の非磁性材料により形成してもよい。これにより、フェライト系の磁性材料よりなる絶縁層11、19と同時に焼成することで、各絶縁層が強く接合し安定したフィルタ101が得られる。
- [0023] 絶縁層11の下面11B上と絶縁層19の上面19A上にはシート状のダミー絶縁層28A、28Bがそれぞれ設けられている。ダミー絶縁層28A、28Bは絶縁性を有するが、磁性材料、非磁性材料のどちらで構成してもよい。絶縁層11、13、15、17、19、ダミー絶縁層28A、28Bの枚数は、図1に示された枚数に限られるものではない。
- [0024] 図2はコモンモードノイズフィルタ101の斜視図である。上述の絶縁層とダミー絶縁層、導体、引出電極、バイア電極はノイズフィルタ本体部29を形成している。ノイズフィルタ本体部29の側面29A上に外部電極31、32が設けられ、側面29B上に外部電極30、33が設けられる。外部電極30、31、32、33は引出電極22、24、25、27とそれぞれ接続されている。
- [0025] 上記したように、互いに磁気的な影響を及ぼし合う導体14と導体16は渦巻き形状なので、互いに磁気的に影響を及ぼしあう部分は長い。コイル20、21を構成して磁界を発生させる導体12、14、16、18は非磁性材料よりなる絶縁層13、15、17上に設けてられているので、磁束の漏れを少なくできる。これにより、コイル20、21の間の磁気結合は強まり、磁性材料よりなる絶縁層11、絶縁層19を貫通する磁界を効果的に活用でき、その結果、コイル20、21を流れる電流のコモンモード成分に対するインピーダンスを大きくできる。
- [0026] 導体12、導体18の形状は、コモンモード成分のインピーダンスが小さくならないかぎり、特に限定されるものではない。図1に示すように、導体12、導体18が導体14、16のような渦巻き状でなく、直線状に形成されることでディファレンシャル成分に対する

るインピーダンスが低くなり、その分だけコモンモード成分に対するインピーダンスを大きくできる。

- [0027] 引出電極22、24、25、27は導体12、14、16、18とともに同時に同じ銀等の導電材料で形成するのが好ましい。導体12、14、16、18および引出電極22、24、25、27は、めつきではなく、その他の印刷や蒸着等の方法で形成してもよい。
- [0028] 図3は実施の形態1における他のコモンモードノイズフィルタ102の分解斜視図である。フィルタ102では、絶縁層15の導体1416の渦巻き形状の内側で絶縁層15内に磁性材料からなる磁性部34が設けられている。磁性部34は渦巻き形状の導体14、16の最も内側の部分14D、16Dよりも内側に形成され、かつ導体14および導体16とは接触しない。磁性部34は導体14と導体16との間、すなわち互いに磁気結合しているコイル20とコイル21との間を交差する磁界を強めることができ、コイル20、21のコモンモード成分に対するインピーダンスを大きくできる。絶縁層15が厚い場合は、コイル20とコイル21の間の距離が長いので、コイル20とコイル21の間を交差する磁界を強くできる磁性部34はコイル20、21の磁気結合を強めるのに有効である。1つの絶縁層に、異なる材料からなる磁性部34とバイア電極23、26の両方を設けないようすれば、容易に磁性部34やバイア電極23、26を形成できる。磁性部34の代わりに、磁性部34に設けられている部分に磁性部34と同様の構造の複数の磁性部を形成してもよい。
- [0029] 図4は実施の形態1におけるさらに他のコモンモードノイズフィルタ103の分解斜視図である。絶縁層15に形成されたバイア電極26に一致する位置で絶縁層13内にバイア電極26に接続されたバイア電極126が形成されている。図1に示す導体18の代わりに、バイア電極126に接続された端部118Aを有する導体118が絶縁層11の上面11A上に設けられている。導体118の端部118Bには引出電極127が接続されている。引出電極127は、引出電極22が露出する絶縁層11の側部11Cに露出する。引出電極22、27は同一面、すなわち絶縁層11の上面11A上に位置するので、引出電極22は引出電極27と磁気結合させることができる。これにより、コイル20とコイル21との間の磁気結合が強まるので、コモンモード成分に対するインピーダンスをさらに大きくできる。

- [0030] 引出電極22、24、25、27の幅は、導体12、14、16、18の幅より広くしてもよい。これにより、コイル20とコイル21との磁気結合に寄与しない部分の磁気的な影響を低減できるので、コモンモード成分に対するインピーダンスをさらに大きくできる。
- [0031] 導体12および導体18のそれぞれの幅は、導体14および導体16の幅より広くしてもよい。この場合は、導体12および導体18で発生するディファレンシャルモード成分に対するインピーダンスを小さくできるので、その分だけコイル20、21のコモンモード成分に対するインピーダンスをさらに大きくできる。
- [0032] 次に、図1と図2に示す実施の形態1におけるコモンモードノイズフィルタ101の製造方法について説明する。
- [0033] 原材料である磁性材料や非磁性材料の粉体および樹脂からなる混合物により、所定枚数の方形の絶縁層11、13、15、17、19とダミー絶縁層28A、28Bを作製する。絶縁層15を絶縁層13、絶縁層17より厚くする。絶縁層13、絶縁層17の所定箇所にレーザ、パンチング等で孔を形成し、これら孔に銀等の導電材料を充填してバイア電極23、26を形成する。
- [0034] 次に、ダミー絶縁層28A上に絶縁層11を配置する。次に、絶縁層11の上面11A上に導体12および引出電極22をめっきによって形成する。次に、導体12の上面12C上にバイア電極23が設けられた絶縁層13を配置する。このとき、導体12の他端部12Aとバイア電極23とを接続する。次に、絶縁層13の上面13A上に渦巻き形状の導体14および引出電極24をめっきによって形成する。このとき、導体14の他端部14Aとバイア電極23とを接続する。次に、導体14の上面14C上に絶縁層15を配置する。次に、絶縁層15の上面15A上に渦巻き形状の導体16および引出電極25をめっきによって形成する。次に、導体16の上面16A上にバイア電極26が設けられた絶縁層17を配置する。このとき、導体16の他端部16Aとバイア電極26とを接続する。次に、絶縁層17の上面17A上に導体18および引出電極27をめっきによって形成する。このとき、導体18の他端部18Aとバイア電極26とを接続する。導体12、14、16、18は、別途用意したベース板(図示せず)に所定パターン形状の導体をめっきによって形成し、その後、これらの導体を各絶縁層に転写することにより形成する。次に、導体18の上面18A上に絶縁層19を配置する。その後、絶縁層19の上面19A上にダ

ミー絶縁層28Bを配置してノイズフィルタ本体部29を形成する。

- [0035] なお、製造効率を向上させるために、大きな絶縁層ウェハ上にそれぞれ複数の導体12、14、16、18をそれぞれ複数設けた後、そのウェハを切断して、同時に複数のノイズフィルタ本体部29を得てもよい。
- [0036] 次に、ノイズフィルタ本体部29を所定の温度、時間で焼成する。
- [0037] 次に、ノイズフィルタ本体部29の側面29A、29B上に銀を印刷して、引出電極22、24、25、27にそれぞれ接続された外部電極30、31、32、33を形成する。
- [0038] 最後に、外部電極30、31、32、33の表面にめっきによってニッケルめっき層を形成し、さらにニッケルめっき層の表面にめっきによってすずやはんだ等の低融点金属めっき層を形成する。
- [0039] 実施の形態1におけるコモンモードノイズフィルタ101～103では、絶縁層15は絶縁層13および絶縁層17より厚く、これにより、絶縁層15を介して対向する導体14と導体16との間、すなわちコイル20とコイル21との間で絶縁不良やマイグレーションの発生を防止できる。さらに、絶縁層13および絶縁層17を薄くできるので、絶縁層11と導体14との距離および絶縁層19と導体16との距離を短くできる。これにより、磁性材料で構成された絶縁層11および絶縁層19で発生する磁界を有効に活用でき、この結果、コイル20、コイル21はコモンモード成分に対するインピーダンスを大きくできる。
- [0040] 図5は、実施の形態1におけるコモンモードノイズフィルタ101の絶縁層13、絶縁層17の厚みと、コイル20とコイル21間の結合係数との関係を示す。試料として、絶縁層15の厚みを $24\mu m$ とした図1に示す構造を備えたコモンモードノイズフィルタを作製した。結合係数が大きいほど、コイル20、21のコモンモード成分に対するインピーダンスが大きい。結合係数が0.94以下の試料を不良とした。
- [0041] 図5に示すように、結合係数を0.94より大きくするためには絶縁層13、17の厚みは $20\mu m$ 以下にする必要がある。絶縁層13、17の厚みが $20\mu m$ より大きいと磁性材料による絶縁層11、19の磁界を効果的に活用できない。
- [0042] 絶縁層13、絶縁層17の厚みの下限値は要求される特性に応じて適宜決めればよいが、取り扱い易さを考慮して例えば $5\mu m$ 以上とするのが好ましい。このとき、絶縁

層13は $20\ \mu\text{m}$ より薄くても絶縁層13の上下面にそれぞれ設けられた導体12と導体14が同電位なので、絶縁不良は発生しない。絶縁層17も同様に $20\ \mu\text{m}$ より薄くても絶縁層17の上下面にそれぞれ設けられた導体16と導体18が同電位なので、絶縁不良は発生しない。

- [0043] 図6は、実施の形態1におけるコモンモードノイズフィルタの絶縁層15の厚みと絶縁不良発生率との関係を示す。試料として、絶縁層13、17の厚みを $17\ \mu\text{m}$ とした図1に示す構造を備えたコモンモードノイズフィルタを作製した。周囲の温度 $125^\circ\text{C}$ 、湿度85%、圧力2atmの条件下で連続してコイル20、21間に5Vの電圧を印加して絶縁抵抗が $10^7\ \Omega$ 以下のものを不良とした。試料S1、S2、S3のフィルタでは縁層15の厚みがそれぞれ $17\ \mu\text{m}$ 、 $20\ \mu\text{m}$ 、 $24\ \mu\text{m}$ である。
- [0044] 図6から明らかなように、試料S1は36時間経過後に絶縁不良が発生したが、試料S2、S3は60時間経過しても絶縁不良は発生しなかった。すなわち、絶縁層15の厚みは $20\ \mu\text{m}$ 以上にする必要がある。絶縁層15の厚みが $20\ \mu\text{m}$ より薄いと導体14と導体16との間で絶縁不良が発生するだけでなく、マイグレーション等が発生する可能性も大きくなる。
- [0045] 絶縁層15の厚みの上限値は要求される特性に応じて適宜求めればよいが、コイル20とコイル21の磁気結合や、フィルタ本体部29の厚み等を考慮して例えば $100\ \mu\text{m}$ 以下とするのが好ましい。
- [0046] なお、実施の形態1におけるコモンモードノイズフィルタ101～103は、コイル20、コイル21をそれぞれ1つ設けたが、コイル20、コイル21をそれぞれ複数設けたアレイタイプでもよい。
- [0047] (実施の形態2)

図7は本発明の実施の形態2におけるコモンモードノイズフィルタ1501の分解斜視図である。コモンモードノイズフィルタ1501は、絶縁層511の上面511A上に設けられた導体512と、導体512の上面512C上に設けられた絶縁層513と、絶縁層513の上面513A上に設けられた渦巻き形状の導体514と、導体514の上面514C上に設けられた絶縁層515と、絶縁層515の上面515A上に設けられた渦巻き形状の導体516と、導体516の上面516C上に設けられた絶縁層517と、絶縁層517の上面5

17A上に設けられた導体518と、導体518の上面518C上に設けられた絶縁層519とを備えている。導体518は導体512に接続され、導体518は導体516に接続されている。すなわち、導体512の上面512C上に絶縁層513の下面513Bが位置する。導体514の上面514C上に絶縁層515の下面515Bが位置する。導体516の上面516C上に絶縁層517の下面517Bが位置する。導体518の上面518C上に絶縁層519の下面519Bが位置する。導体512、514によりコイル520が構成され、かつ導体516、導体518によりコイル521が構成されている。絶縁層511、519は磁性材料で形成され、絶縁層513、515、517は非磁性材料で形成されている。絶縁層515には、導体514、516の渦巻き形状の内側に磁性材料からなる複数の磁性部522が設けられている。

- [0048] 絶縁層511は $\text{Fe}_2\text{O}_3$ をベースとしたフェライト等の磁性材料によりシート状に構成されて絶縁性を有している。
- [0049] 導体512は銀等の導電材料をめっきすることにより形成され、絶縁層511の上面511A上に設けられている。導体512の一端部512Bには絶縁層511の側部511Cに露出する引出電極523が接続されている。
- [0050] 絶縁層513は、Cu-Znフェライト、ガラスセラミック等の非磁性材料によりシート状に構成されて絶縁性を有し、導体512の上面512C上に設けられている。絶縁層513の中央部には絶縁層513の上面513Aと下面513Bの間を貫通するバイア電極524が形成されている。バイア電極524は導体512の他端部512Aと接続されている。
- [0051] 導体514は渦巻き形状に銀等の導電材料をめっきすることにより形成され、絶縁層513の上面513A上に設けられている。導体514の一端部514Bには絶縁層513の側部513Cに露出する引出電極525が接続されている。導体514の渦巻き形状の内側に位置する導体514の他端部514Aはバイア電極524と接続され、バイア電極524を介して導体512の他端部512Aと導体514の他端部514Aとが電気的に接続される。これにより、導体512と導体514とからなるコイル520が形成される。
- [0052] 絶縁層515はCu-Znフェライト、ガラスセラミック等の非磁性材料によりシート状に構成されて絶縁性を有し、導体514の上面514A上に設けられている。
- [0053] 絶縁層515を介して導体514と導体516は互いに磁気的な影響を及ぼし合うので

、コイル520とコイル521とは磁気結合する。これにより、コイル520、521は、それらを流れる電流のコモンモード成分に対して大きなインピーダンスを有する。

- [0054] 絶縁層515の中央部には導体514および導体516の渦巻き形状の内側に位置する磁性材料からなる4つの磁性部522が設けられている。磁性部522は、絶縁層515を貫通する孔に $\text{Fe}_2\text{O}_3$ をベースとしたフェライト等の磁性材料を充填することにより形成される。磁性部522は渦巻き形状の導体514、516における最も内側にある部分514D、516Dよりも内側に位置して導体514および導体516とは接触しない。
- [0055] 複数の磁性部522の数は4つに限らず、また、絶縁層515を貫通する必要はない。磁性部522を磁性材料からなる絶縁層511と同じ材料により形成することで、フィルタ1501を低コストで製造できる。さらに、1つの絶縁層に、異なる材料からなる磁性部522とバイア電極524、527の両方を設けないことで、容易に磁性部522やバイア電極524、527を形成できる。
- [0056] 導体516は、渦巻き形状に銀等の導電材料をめっきすることにより形成され、絶縁層515の上面515A上に設けられている。導体516の一端部516Bには、絶縁層515の側部515Cに露出する引出電極526が接続されている。導体516の大部分は絶縁層515を介して導体514と対向して重なっている。
- [0057] 絶縁層517は、Cu-Znフェライト、ガラスセラミック等の非磁性材料によりシート状に構成されて絶縁性を有し、導体516の上面516C上に設けられている。絶縁層517の中央部には絶縁層517の上面517Aと下面517Bの間を貫通するバイア電極527が形成されている。バイア電極527は、導体516の渦巻き形状の内側に位置する導体516の他端部516Aと接続されている。
- [0058] 絶縁層515は絶縁層513、517より厚い。
- [0059] 導体518は銀等の導電材料をめっきすることにより形成され、絶縁層517の上面517A上に設けられている。導体518の一端部518Bには、絶縁層517の側部517Cに露出する引出電極528が接続されている。導体518の渦巻き形状の内側に位置する導体518の他端部518Aはバイア電極527と接続されて、導体516と導体518は電気的に接続される。これにより、導体516、518はコイル521を形成する。導体514、516は渦巻き形状に形成されているので、コイル520、521のインピーダンスを

大きくできる。バイア電極524、527は、絶縁層513、517を貫通する孔に銀等の導電体をそれぞれ充填することにより形成される。

- [0060] 絶縁層519は、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ をベースとしたフェライト等の磁性材料によりシート状に構成されて絶縁性を有し、導体518の上面518C上に設けられている。
- [0061] 絶縁層513、515、517をフェライト系の非磁性材料で形成することにより、フェライト系の磁性材料よりなる絶縁層511、519と同時に焼成して強固に接合でき、安定したフィルタ1501が得られる。
- [0062] 絶縁層511の下面511Bと絶縁層519の上面519Aにはダミー絶縁層529A、529Bがそれぞれ設けられている。ダミー絶縁層529A、529Bはシート状に構成され絶縁性を有しているが、磁性材料、非磁性材料のどちらで構成しても構わない。絶縁層5151、513、515、517、519とダミー絶縁層529A、529Bの枚数は、図7に示された枚数に限られるものではない。
- [0063] 図8はコモンモードノイズフィルタ1501の斜視図である。上記絶縁層、導体、引き出し電極、ダミー絶縁層によりノイズフィルタ本体部530が形成される。ノイズフィルタ本体部530の側面530A、530B上には外部電極531、532、533、534が設けられる。外部電極531、532、533、534は引出電極523、525、526、528とそれ接続されている。
- [0064] 互いに磁気的な影響を及ぼし合う導体514と導体516は渦巻き形状を有するので、互いに磁気的に影響を及ぼす部分は長くなる。さらに、磁性材料よりなる絶縁層511、絶縁層519の磁界を効果的に活用でき、この結果、コイル520とコイル521のコモンモード成分に対するインピーダンスを大きくできる。
- [0065] 導体512、導体518の形状は、コモンモード成分に対するインピーダンスが小さくならなければ、特に限定されるものではない。図7に示すように、導体512、518が導体514、516のような渦巻き状でなく、直線状に形成されることによりコイル520、513に流れる電流のディファレンシャル成分に対するインピーダンスが低くなり、その分だけコモンモード成分に対するインピーダンスを大きくできる。
- [0066] 引出電極523、525、526、528は、導体512、514、516、518と同じ銀等の導電材料をめっきすることにより、同時に形成するのが好ましい。導体512、514、516、5

18および引出電極523、525、526、528はめっきではなく、印刷や蒸着等の他の方法で形成してもよい。

- [0067] 次に、実施の形態2におけるコモンモードノイズフィルタ1501の製造方法について説明する。
- [0068] まず、原材料である磁性材料や非磁性材料の粉体および樹脂からなる混合物により、所定枚数の方形の絶縁層511、513、515、517、519とダミー絶縁層529A、529Bを作製する。絶縁層513、517の所定箇所にレーザ、パンチング等で孔を形成し、これら孔に銀を充填して、バイア電極524、527をそれぞれ形成する。絶縁層515の中央部に複数の孔を形成し、これらの孔にペースト状の磁性材料を充填して複数の磁性部522を形成する。
- [0069] 次に、ダミー絶縁層529A上に絶縁層511を配置する。次に、絶縁層511の上面511A上に導体512および引出電極523をめっきによって形成する。次に、導体512の上面512C上に、バイア電極524が設けられた絶縁層513を配置する。このとき、導体512の他端部512Aとバイア電極524とを接続する。次に、絶縁層513の上面513A上に、渦巻き形状の導体514および引出電極525をめっきによって形成する。このとき、導体514の他端部514Aとバイア電極524とを接続する。次に、導体514の上面514C上に、磁性部522が形成された絶縁層515を配置する。次に、絶縁層515の上面515A上に、渦巻き形状の導体516および引出電極526をめっきによって形成する。このとき、導体514、導体516のそれぞれの最も内側の部分514D、514Dよりも渦巻き形状の内側に磁性部522が位置する。次に、導体516の上面516C上に、バイア電極527が設けられた絶縁層517を配置する。このとき、導体516の他端部516Aとバイア電極527とを接続する。次に、絶縁層517の上面517A上に、導体518および引出電極528をめっきによって形成する。このとき、導体518の他端部518Aとバイア電極527とを接続する。
- [0070] 導体512、514、516、518は、別途用意したベース板(図示せず)に所定パターン形状の導体をめっきによって形成し、その後、この導体を各絶縁層に転写することにより形成する。
- [0071] 次に、導体518の上面518C上に絶縁層519を配置し、その後、絶縁層519の上

- 面519A上にダミー絶縁層529Bを配置してノイズフィルタ本体部530を形成する。
- [0072] 製造効率を向上させるために、大きな絶縁層ウェハ上に複数の導体512、導体514、導体516、導体518をそれぞれ設けた後、ウェハを切断することで、同時に複数のノイズフィルタ本体部530を得るようにもよい。
- [0073] 次に、ノイズフィルタ本体部530を所定の温度、時間で焼成する。
- [0074] 次に、ノイズフィルタ本体部530の側面530A、530B上に銀を印刷して、引出電極523、525、526、528とそれぞれ接続される外部電極531、532、533、534を形成する。
- [0075] そして、外部電極531、532、533、534の表面にめっきによってニッケルめっき層を形成するとともに、さらにこのニッケルめっき層の表面にめっきによってすずやはんだ等の低融点金属めっき層を形成する。
- [0076] 実施の形態2におけるコモンモードノイズフィルタ1501では、導体514、516の渦巻き形状の内側の絶縁層515の部分に磁性材料からなる複数の磁性部522が設かれている。これにより、磁性部522を設けるための孔の径が小さくなり、充填時においてペースト状の磁性材料は表面張力の影響を受けにくくなる。したがって、磁性材料の充填量が孔の容積とほぼ同じになり、磁性部522の周辺に空間はほとんど生じない。この結果、コイル520とコイル521との間を交差する磁界が強くなるので、コイル520、521を流れる電流のコモンモード成分に対するインピーダンスを大きくできる。また、磁性部522の周辺に空間がほとんど生じないのでクラックを防止できる。
- [0077] コイル520、521を構成しあつ磁界が発生する導体512、514、516、518は非磁性材料による絶縁層513、515、517上に設けているので、磁束の漏れを少なくできる。これにより、コイル520とコイル521との間の磁気結合が強まるので、コイル520、コイル521のコモンモード成分に対するインピーダンスをさらに大きくできる。
- [0078] コイル520とコイル521との間、すなわち互いに磁気結合する導体514と導体516との間に位置する絶縁層515に磁性材料による磁性部522により、コイル520とコイル521の間を交差する磁界を強めることができ、コイル520、コイル521のコモンモード成分に対するインピーダンスを大きくできる。
- [0079] 図9は実施の形態2における他のコモンモードノイズフィルタの絶縁層5515の斜視

図である。このフィルタは、フィルタ1501の絶縁層515の代わりに絶縁層5515を備える。絶縁層5515の上面5515A上では、渦巻き形状の導体5516の内側に位置する他端部5516Aが複数の磁性部522で囲まれている。これにより導体5516の渦巻き形状の内側の部分を延長できるので、延長された部分の長さだけ、絶縁層5515を介して互いに磁気的に影響を及ぼす導体を長くでき、コモンモード成分に対するインピーダンスをさらに大きくできる。

- [0080] 図10は実施の形態2におけるさらに他のコモンモードノイズフィルタの絶縁層515の斜視図である。磁性部522に加えて、磁性部522Aが導体514、導体516の渦巻き形状の外側にも設けられている。磁性部522Aは、導体516の渦巻き形状の最も外側の部分561Eよりも外側、すなわち絶縁層515の周囲部に設けられる。これにより、コイル520、521の内側だけでなく、外側においてもコイル520とコイル521の間を交差する磁界を強めることができるので、コモンモード成分に対するインピーダンスをさらに大きくできる。図10においては磁性部522Aは絶縁層515の周囲の4辺に、絶縁層515から露出するようにそれぞれ設けられているが、必ずしも4辺すべてに設ける必要はなく、絶縁層515から露出させる必要もない。磁性部522Aは導体516を囲むように連続して設けててもよい。
- [0081] 図11は実施の形態2におけるさらに他のコモンモードノイズフィルタの絶縁層6515の斜視図である。このフィルタは、フィルタ1501の絶縁層515の代わりに絶縁層6515を備える。絶縁性の磁性材料よりなる磁性部522Bは、導体514、516の一部と接触している、この構造により、磁性部522Bを大きくできるので、コモンモード成分に対するインピーダンスをさらに大きくできる。
- [0082] 図12は実施の形態2におけるさらに他のコモンモードノイズフィルタ1502の分解斜視図である。フィルタ1502では、磁性部522Cが絶縁層517に設けられている。磁性部522Cは、絶縁層515に設けられた磁性部522と連続してもよいし、連続しなくてもよい。磁性部522、522Cによりコイル520とコイル521の間を交差する磁界をさらに強めることができるので、コモンモード成分に対するインピーダンスをさらに大きくできる。フィルタ1502では、磁性部522Cが絶縁層517に設けられているが、同様に他の磁性部を絶縁層513に設けてもよく、さらに絶縁層513、517の両方に同様の

磁性部を設けてもよい。

[0083] (実施の形態3)

図13は本発明の実施の形態3におけるコモンモードノイズフィルタ1503の分解斜視図である。なお、実施の形態2と同様の部分は同一符号を付しその説明を省略する。

[0084] フィルタ1503では、図7に示す引出電極528の代わりに、引出電極523が設けられた絶縁層511の上面511A上に引出電極5528が設けられている。バイア電極527A、527Bが絶縁層513、515にそれぞれ設けられている。導体5518および引出電極5528が絶縁層511の上面511Aに設けられ、導体516の他端部516Aと導体5518とがバイア電極527A、527Bを介して接続されている。フィルタ1502では、引出電極523、5528が同一面である上面511A上に設けられるので、引出電極523は引出電極5528と磁気結合できる。これにより、コイル520とコイル521との間の磁気結合が強まるため、コモンモード成分に対するインピーダンスをさらに大きくできる。

[0085] 引出電極523、525、526、5528の幅は、導体512、514、516、518の幅より広くしてもよい。これにより、コイル520とコイル521との磁気結合に関係しない導体512、514、516、518の部分の磁気的な影響を低減できるので、磁気結合する部分を導体514と導体516とにでき、これにより、コモンモード成分に対するインピーダンスをさらに大きくできる。

[0086] 導体512および導体5518の幅は、導体514および導体516の幅より広くしてもよい。これにより、導体512および導体518はこれらを流れる電流のディファレンシャル成分に対するインピーダンスを小さくできるので、その分だけコイル520、コイル521のコモンモード成分に対するインピーダンスをさらに大きくできる。

[0087] (実施の形態4)

図14は本発明の実施の形態4におけるコモンモードノイズフィルタ1504の分解斜視図である。なお、図7に示す実施の形態2と同様の部分は同一符号を付しその説明を省略する。

[0088] フィルタ1504において、絶縁層513、絶縁層517の厚みは $20\mu\text{m}$ 以下である。こ

れにより、絶縁層511と導体514との距離および絶縁層519と導体516との距離を短くでき、磁性材料で構成された絶縁層511、519で発生する磁界を有効に活用でき、コイル520、521はそれらを流れる電流のコモンモード成分に対するインピーダンスを大きくできる。絶縁層515には磁性材料による磁性部522Eが設けられている。磁性部522Eのかわりに図7に示す複数の磁性部を設けてもよい。

- [0089] 図15は、実施の形態4におけるコモンモードノイズフィルタ1504の絶縁層513、517の厚みと、コイル520、521の結合係数との関係を示す。試料として、絶縁層515の厚みを $26 \mu m$ とした図7に示す構造を備えたコモンモードノイズフィルタを作製した。結合係数が大きいほど、コイル520、521のコモンモード成分に対するインピーダンスを大きくできる。結合係数が0.96以下の試料を不良とした。
- [0090] 図15から明らかなように、結合係数を0.96より大きくするためには絶縁層513、517の厚みは $20 \mu m$ 以下にすればよい。絶縁層513、517の厚みが $20 \mu m$ より厚いと磁性を有する絶縁層511、519を通る磁界を効果的に活用できない。絶縁層513、絶縁層517の厚みが $20 \mu m$ 以下の試料は、絶縁層515を厚くしても結合係数は高く、絶縁層515が薄い試料と結合係数はほとんど変わらなかった。
- [0091] 絶縁層513、絶縁層517の厚みの下限値は、要求される特性に応じて適宜決めればよいが、取り扱い易さを考慮して例えば $5 \mu m$ 以上とするのが好ましい。
- [0092] 絶縁層515は絶縁層513、517より厚いので、絶縁層515を介して設けられた導体514と導体516との間、すなわちコイル520とコイル521との間で絶縁不良やマイグレーション等が発生するのを防止できる。絶縁層513、517を薄くできるので、絶縁層511と導体514との距離、絶縁層519と導体516との距離を短くでき、これにより、磁性材料で構成された絶縁層511、絶縁層519で発生する磁界を有効に活用できる。これにより、コイル520、521のコモンモード成分に対するインピーダンスを大きくできる。
- [0093] なお、実施の形態2～実施の形態4におけるコモンモードノイズフィルタ1501～1504は、それぞれ1つずつのコイル20、コイル21を備えるが、それぞれ複数のコイルを備えたアレイタイプでもよい。

### 産業上の利用可能性

[0094] 本発明に係るコモンモードノイズフィルタは、コイルとコイルとの間で絶縁不良やマ  
イグレーション等が発生するのを防止でき、コイルのコモンモード成分に対するコイル  
のインピーダンスも大きくできる。

## 請求の範囲

- [1] 上面と下面とを有する磁性材料よりなる第1の絶縁層と、  
 前記第1の絶縁層の前記上面上に設けられた第1の導体と、  
 上面と、前記第1の導体上に位置する下面とを有する非磁性材料よりなる第2の絶縁層と、  
 前記第2の絶縁層の前記上面上に設けられ、第1端と前記第1の導体に接続された第2端とを有して、前記第1の導体と第1のコイルを構成する渦巻き形状の第2の導体と、  
 上面と、前記第2の導体上に位置する下面とを有する非磁性材料よりなる第3の絶縁層と、  
 前記第3の絶縁層の前記上面上に設けられ、第1端と第2端とを有して、前記第2の導体と前記第3の絶縁層を介して対向する渦巻き形状の第3の導体と、  
 上面と、前記第3の導体上の位置する下面とを有する非磁性材料よりなる第4の絶縁層と、  
 前記第3の導体の前記第2端に接続されて前記第3の導体と第2のコイルを構成する第4の導体と、  
 前記第4の導体の前記上面上に設けられた磁性材料よりなる第5の絶縁層と、  
 前記第1の導体に接続された第1の引出電極と、  
 前記第2の導体の前記第1端に接続された第2の引出電極と、  
 前記第3の導体の前記第1端に接続された第3の引出電極と、  
 前記第4の導体に接続された第4の引出電極と、  
 を備え、前記第3の絶縁層は前記第2の絶縁層と前記第4の絶縁層より厚いコモンモードノイズフィルタ。
- [2] 前記第4の導体は前記第4の絶縁層の前記上面上に設けられた、請求項1記載のコモンモードノイズフィルタ。
- [3] 前記第3の絶縁層の厚みは $20 \mu m$ 以上であり、前記第2の絶縁層と前記第4の絶縁層の厚みは $20 \mu m$ 以下である、請求項1記載のコモンモードノイズフィルタ。
- [4] 前記第2の導体と前記第3の導体の前記渦巻き形状の内側で前記第3の絶縁層に

- 設けられた磁性材料からなる磁性部をさらに備えた、請求項1記載のコモンモードノイズフィルタ。
- [5] 前記第2の導体と前記第3の導体の前記渦巻き形状の内側で前記第3の絶縁層に設けられた磁性材料からなる複数の磁性部をさらに備えた、請求項1記載のコモンモードノイズフィルタ。
- [6] 前記第4の導体は前記第1の絶縁層の前記上面上に設けられ、  
前記第1の絶縁層は側部を有し、  
前記第1の引出電極と前記第4の引出電極は前記第1の絶縁層の前記側部で露出する、請求項1記載のコモンモードノイズフィルタ。
- [7] 前記第1から第4の引出電極の幅は前記第1から第4の導体の幅より広い、請求項1記載のコモンモードノイズフィルタ。
- [8] 前記第1の導体と前記第4の導体の幅は前記第2の導体と前記第3の導体の幅より広い、請求項1記載のコモンモードノイズフィルタ。
- [9] 上面と下面とを有する磁性材料よりなる第1の絶縁層と、  
前記第1の絶縁層の前記上面上に設けられた第1の導体と、  
上面と、前記第1の導体上に位置する下面とを有する非磁性材料よりなる第2の絶縁層と、  
前記第2の絶縁層の前記上面上に設けられ、第1端と前記第1の導体に接続された第2端とを有して、前記第1の導体と第1のコイルを構成する渦巻き形状の第2の導体と、  
上面と、前記第2の導体上に位置する下面とを有する非磁性材料よりなる第3の絶縁層と、  
前記第3の絶縁層の前記上面上に設けられ、第1端と第2端とを有して、前記第2の導体と前記第3の絶縁層を介して対向する渦巻き形状の第3の導体と、  
上面と、前記第3の導体上の位置する下面とを有する非磁性材料よりなる第4の絶縁層と、  
前記第3の導体の前記第2端に接続されて前記第3の導体と第2のコイルを構成する第4の導体と、

前記第4の導体の前記上面上に設けられた磁性材料よりなる第5の絶縁層と、  
前記第2の導体と前記第3の導体の前記渦巻き形状の内側で前記第3の絶縁層に  
設けられた磁性材料からなる複数の磁性部と、  
前記第1の導体に接続された第1の引出電極と、  
前記第2の導体の前記第1端に接続された第2の引出電極と、  
前記第3の導体の前記第1端に接続された第3の引出電極と、  
前記第4の導体に接続された第4の引出電極と、  
を備えたコモンモードノイズフィルタ。

[10] 前記第4の導体は前記第4の絶縁層の前記上面上に設けられた、請求項9記載のコ  
モンモードノイズフィルタ。

[11] 前記第3の絶縁層の厚みは20  $\mu$  m以上であり、前記第2の絶縁層と前記第4の絶縁  
層の厚みは20  $\mu$  m以下である、請求項9記載のコモンモードノイズフィルタ。

[12] 前記第4の導体は前記第1の絶縁層の前記上面上に設けられ、  
前記第1の絶縁層は側部を有し、  
前記第1の引出電極と前記第4の引出電極は前記第1の絶縁層の前記側部で露出  
する、請求項9記載のコモンモードノイズフィルタ。

[13] 前記第1から第4の引出電極の幅は前記第1から第4の導体の幅より広い、請求項9  
記載のコモンモードノイズフィルタ。

[14] 前記第1の導体と前記第4の導体の幅は前記第2の導体と前記第3の導体の幅より  
広い、請求項9記載のコモンモードノイズフィルタ。

[15] 上面と下面とを有する磁性材料よりなる第1の絶縁層と、  
前記第1の絶縁層の前記上面上に設けられた第1の導体と、  
上面と、前記第1の導体上に位置する下面とを有する非磁性材料よりなり厚みが20  
 $\mu$  m以下である第2の絶縁層と、  
前記第2の絶縁層の前記上面上に設けられ、第1端と前記第1の導体に接続された  
第2端とを有して、前記第1の導体と第1のコイルを構成する渦巻き形状の第2の導体  
と、  
上面と、前記第2の導体上に位置する下面とを有する非磁性材料よりなる第3の絶縁

層と、

前記第3の絶縁層の前記上面上に設けられ、第1端と第2端とを有して、前記第2の導体と前記第3の絶縁層を介して対向する渦巻き形状の第3の導体と、  
上面と、前記第3の導体上の位置する下面とを有する非磁性材料よりなり厚みが20  
 $\mu\text{m}$ 以下である第4の絶縁層と、

前記第3の導体の前記第2端に接続されて前記第3の導体と第2のコイルを構成する  
第4の導体と、

前記第4の導体の前記上面上に設けられた磁性材料よりなる第5の絶縁層と、  
前記第2の導体と前記第3の導体の前記渦巻き形状の内側で前記第3の絶縁層に  
設けられた磁性材料からなる磁性部と、

前記第1の導体に接続された第1の引出電極と、

前記第2の導体の前記第1端に接続された第2の引出電極と、

前記第3の導体の前記第1端に接続された第3の引出電極と、

前記第4の導体に接続された第4の引出電極と、

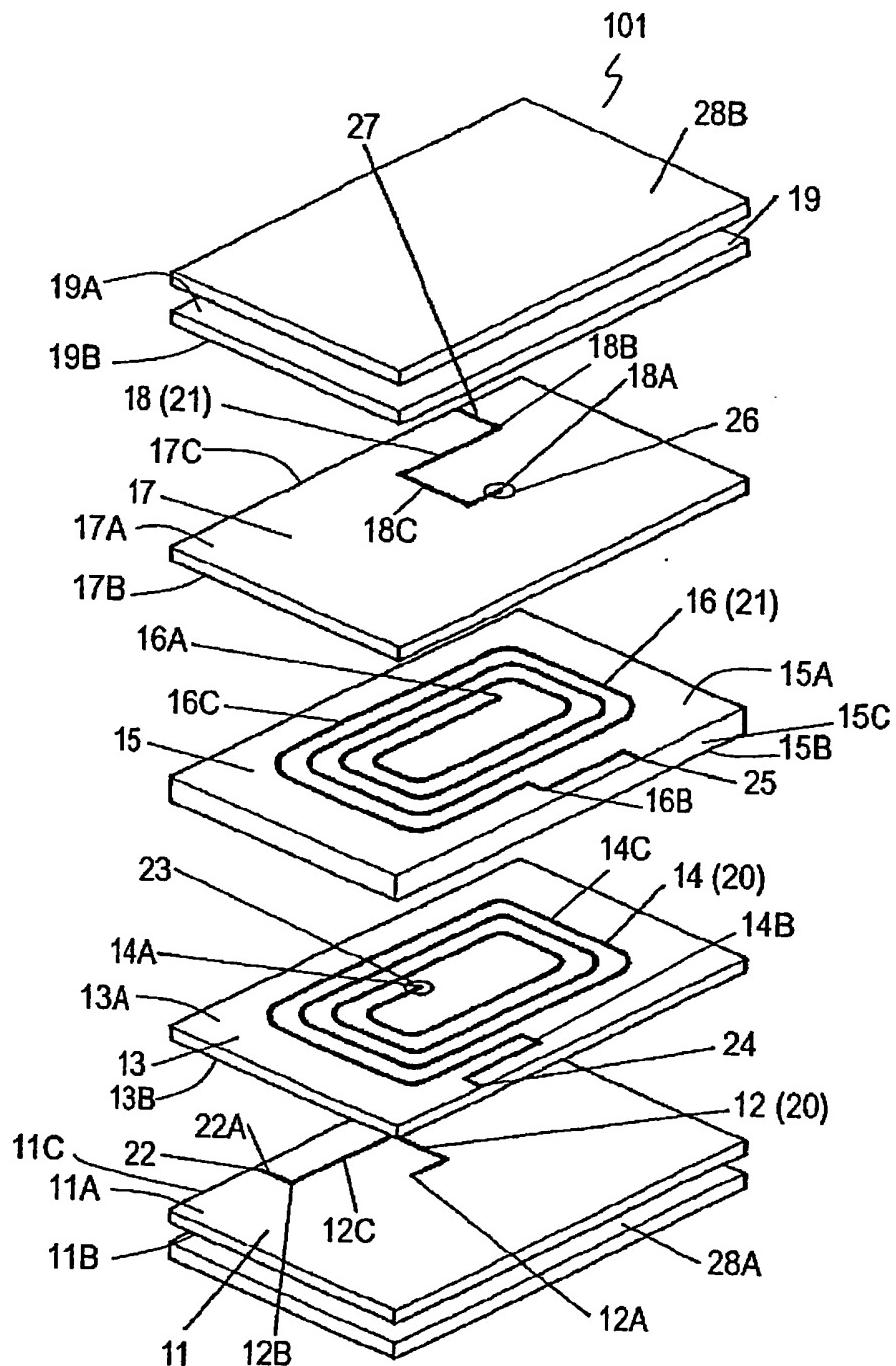
を備えたコモンモードノイズフィルタ。

- [16] 前記第3の絶縁層は前記第2の絶縁層と前記第4の絶縁層より厚い、請求項15記載  
のコモンモードノイズフィルタ。

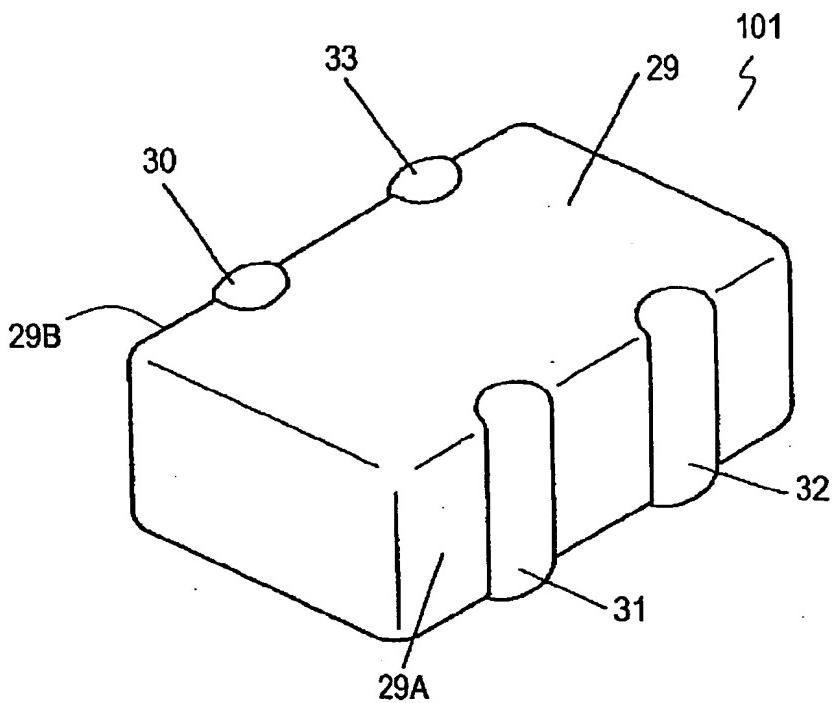
## 要 約 書

コモンモードノイズフィルタは、磁性材料よりなる第1の絶縁層と、第1の絶縁層上に設けられた第1の導体と、第1の導体上に設けられた非磁性材料よりなる第2の絶縁層と、第2の絶縁層上に設けられて第1の導体に接続された渦巻き形状の第2の導体と、第2の導体上に設けられた非磁性材料よりなる第3の絶縁層と、第3の絶縁層上に設けられた渦巻き形状の第3の導体と、第3の導体上に設けられた非磁性材料よりなる第4の絶縁層と、第3の導体の第2端に接続された第4の導体と、第4の導体上に設けられた磁性材料よりなる第5の絶縁層とを備える。第2の導体と第1の導体は第1のコイルを構成する。第4の導体と第3の導体は第2のコイルを構成する。第3の絶縁層は第2の絶縁層と第4の絶縁層より厚い。このコモンモードノイズフィルタでは、第1のコイルと第2のコイルのコモンモード成分に対するインピーダンスを大きくできる。

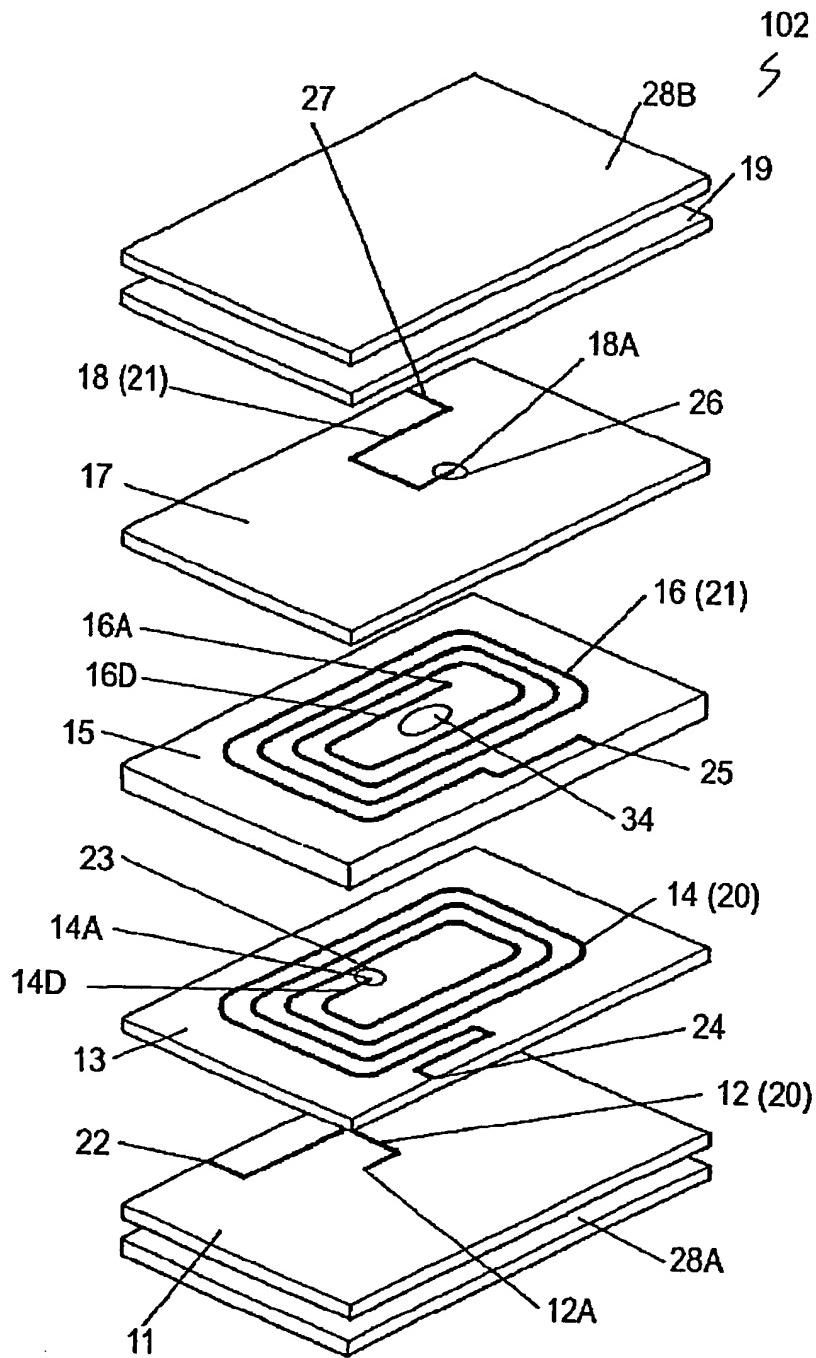
[図1]



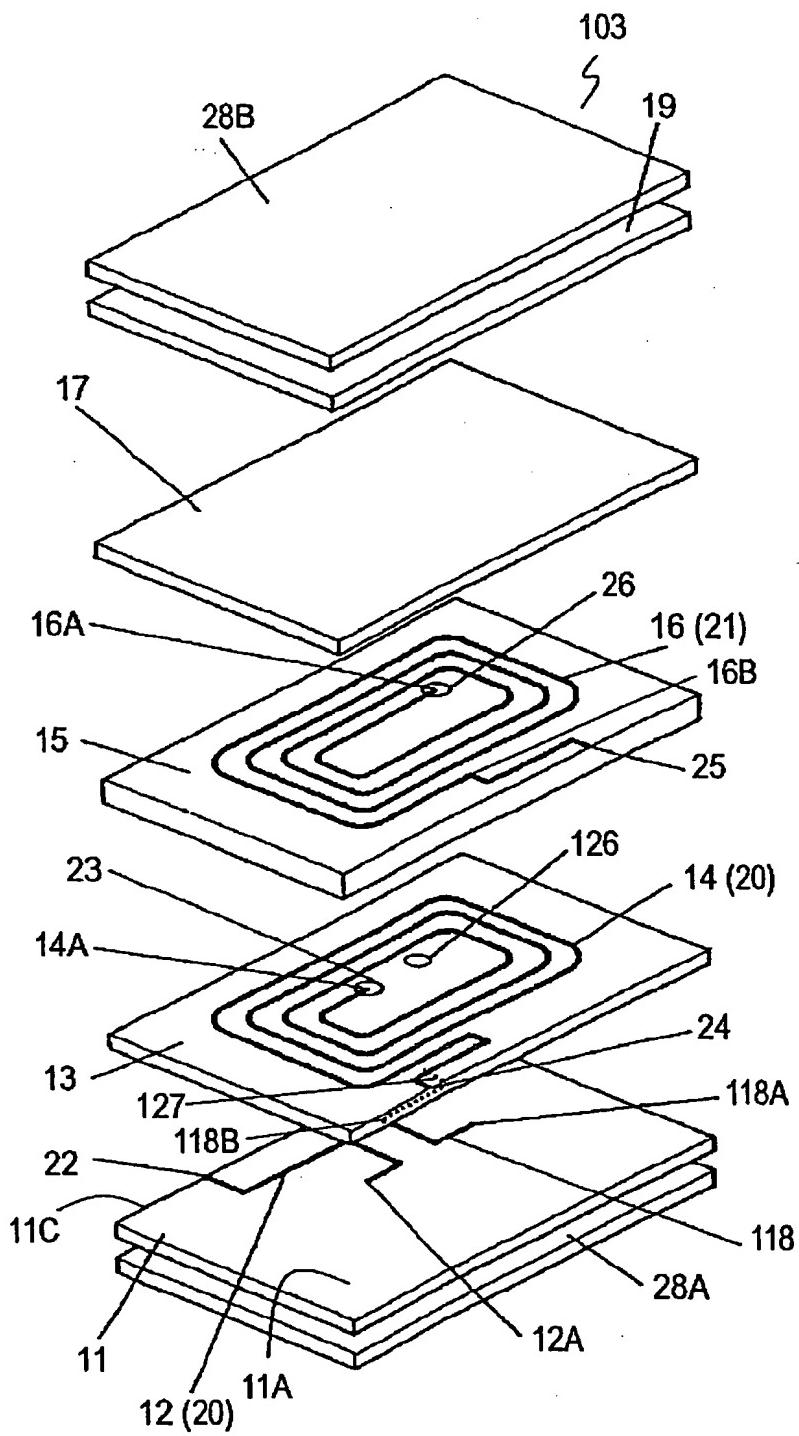
[図2]



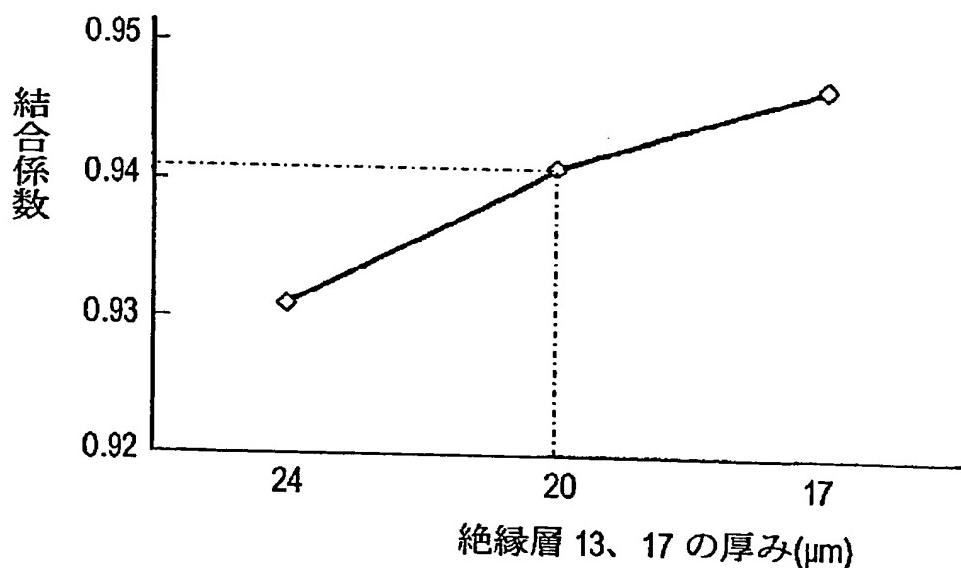
[図3]



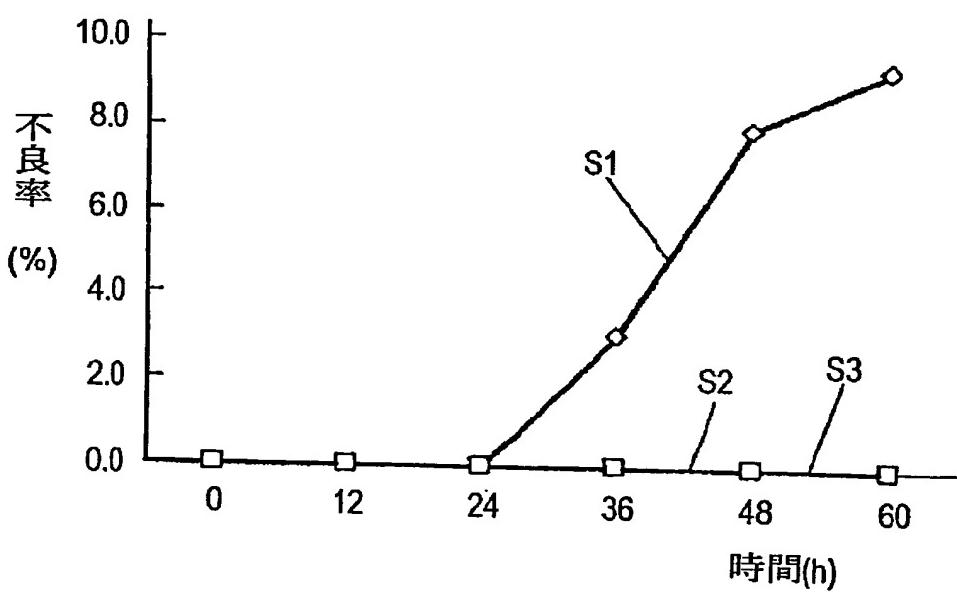
[図4]



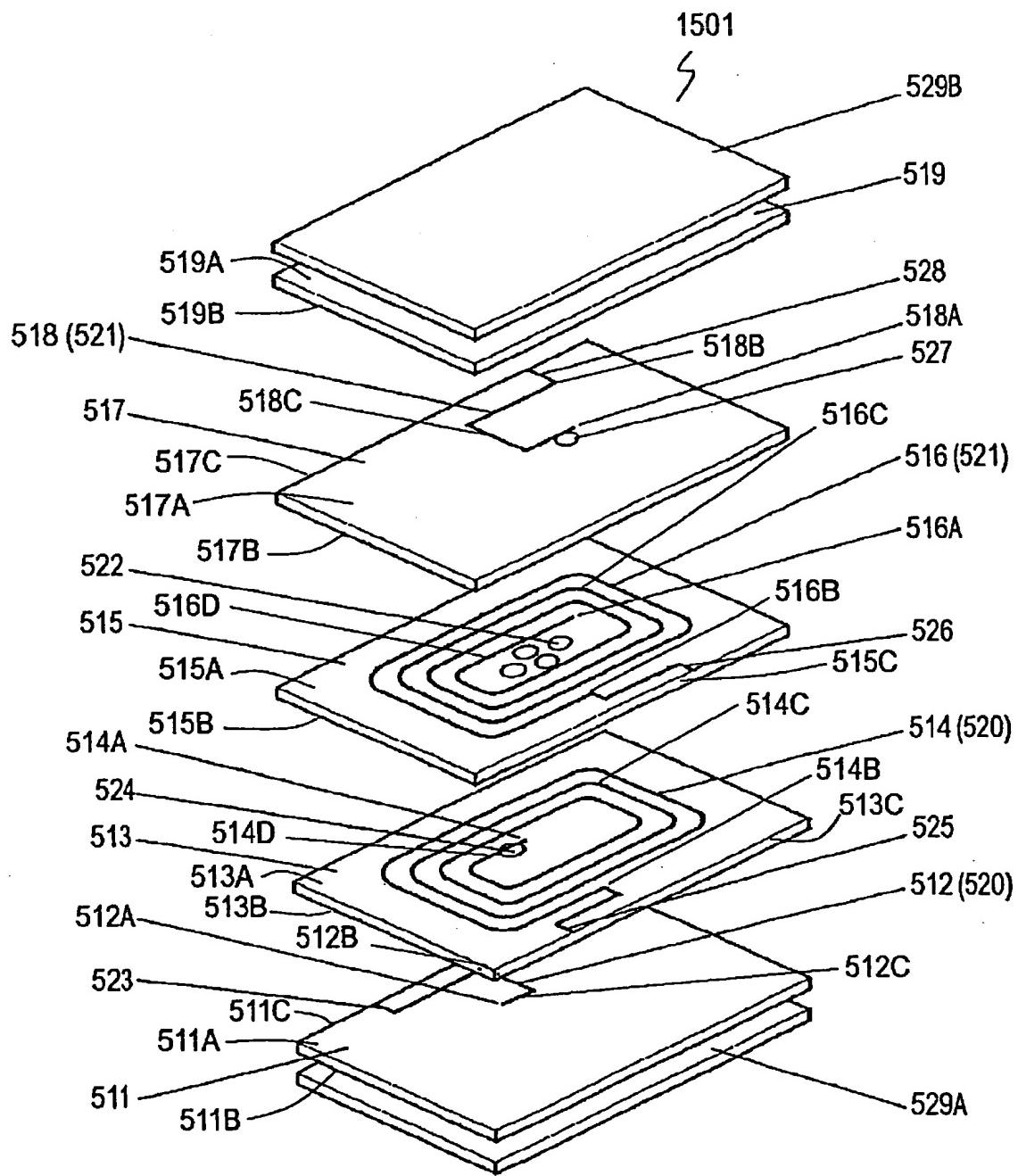
[図5]



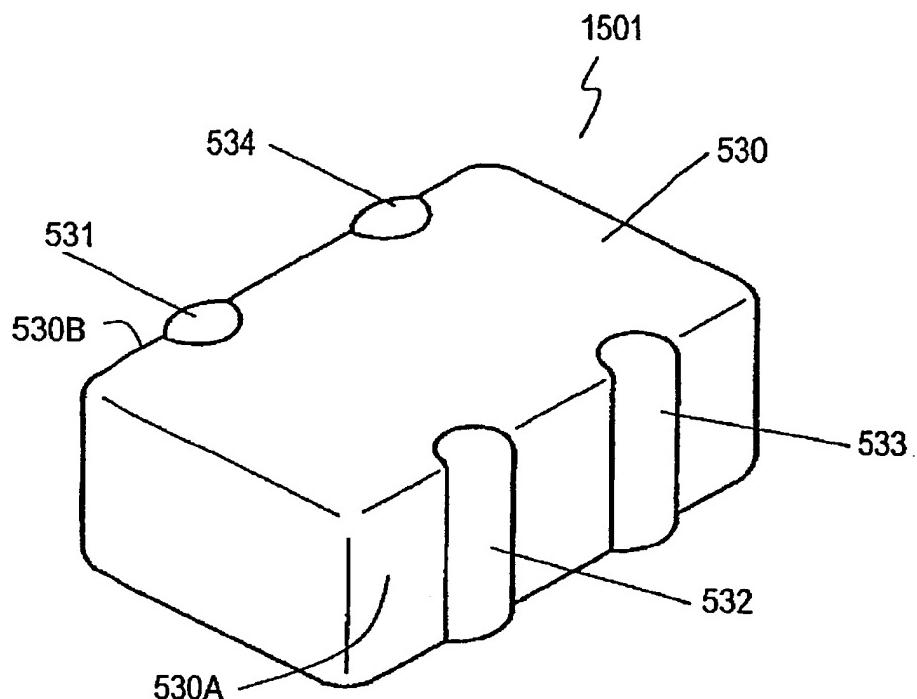
[図6]



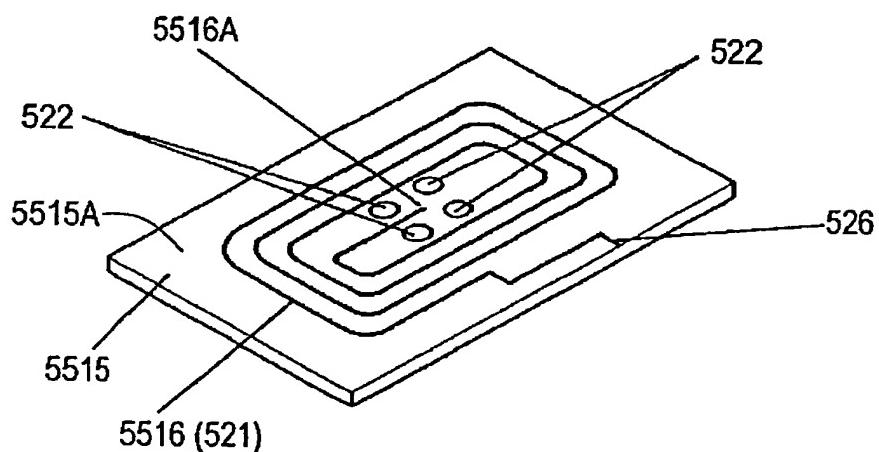
[図7]



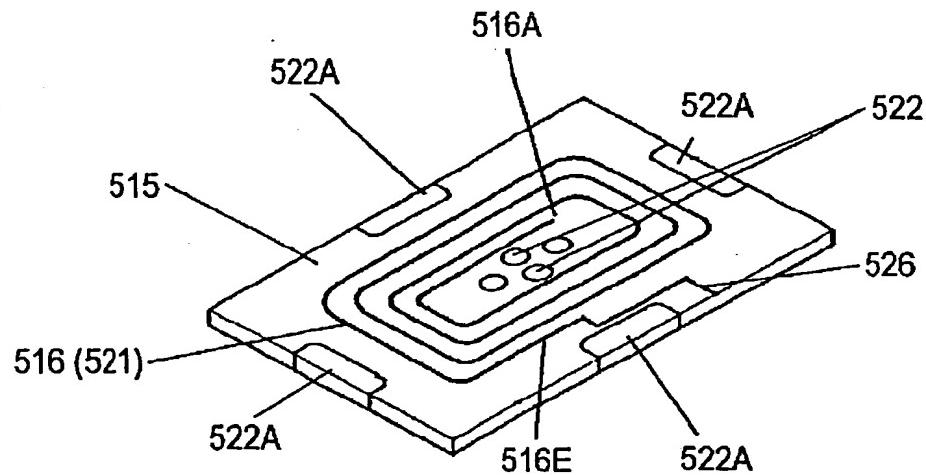
[図8]



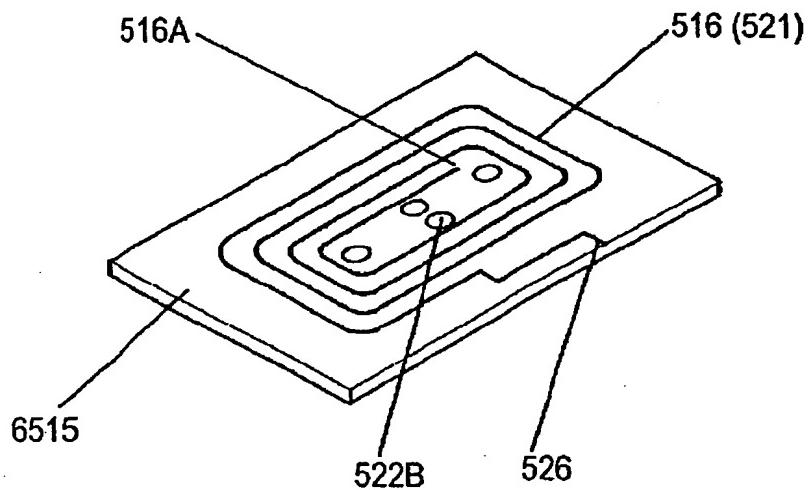
[図9]



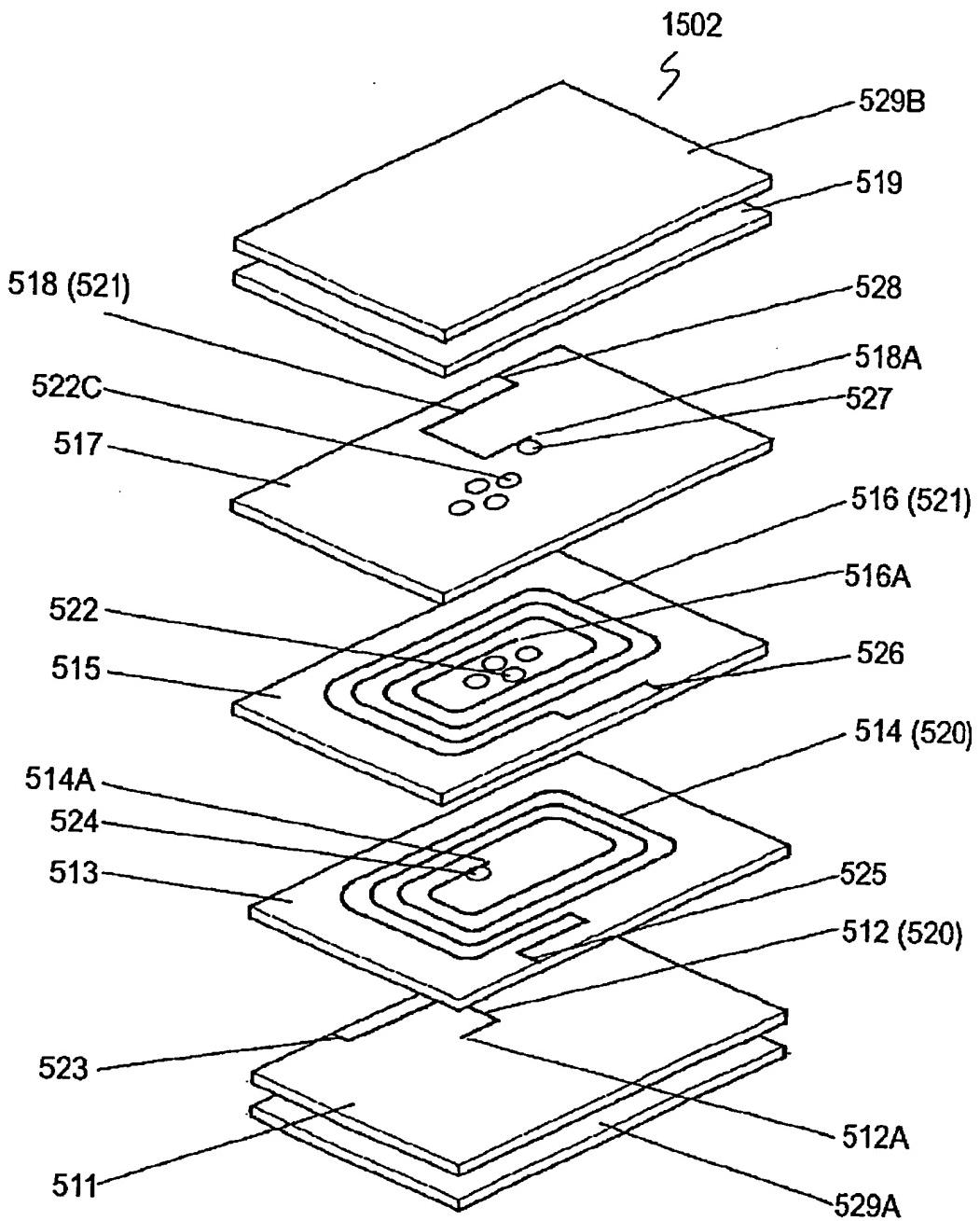
[図10]



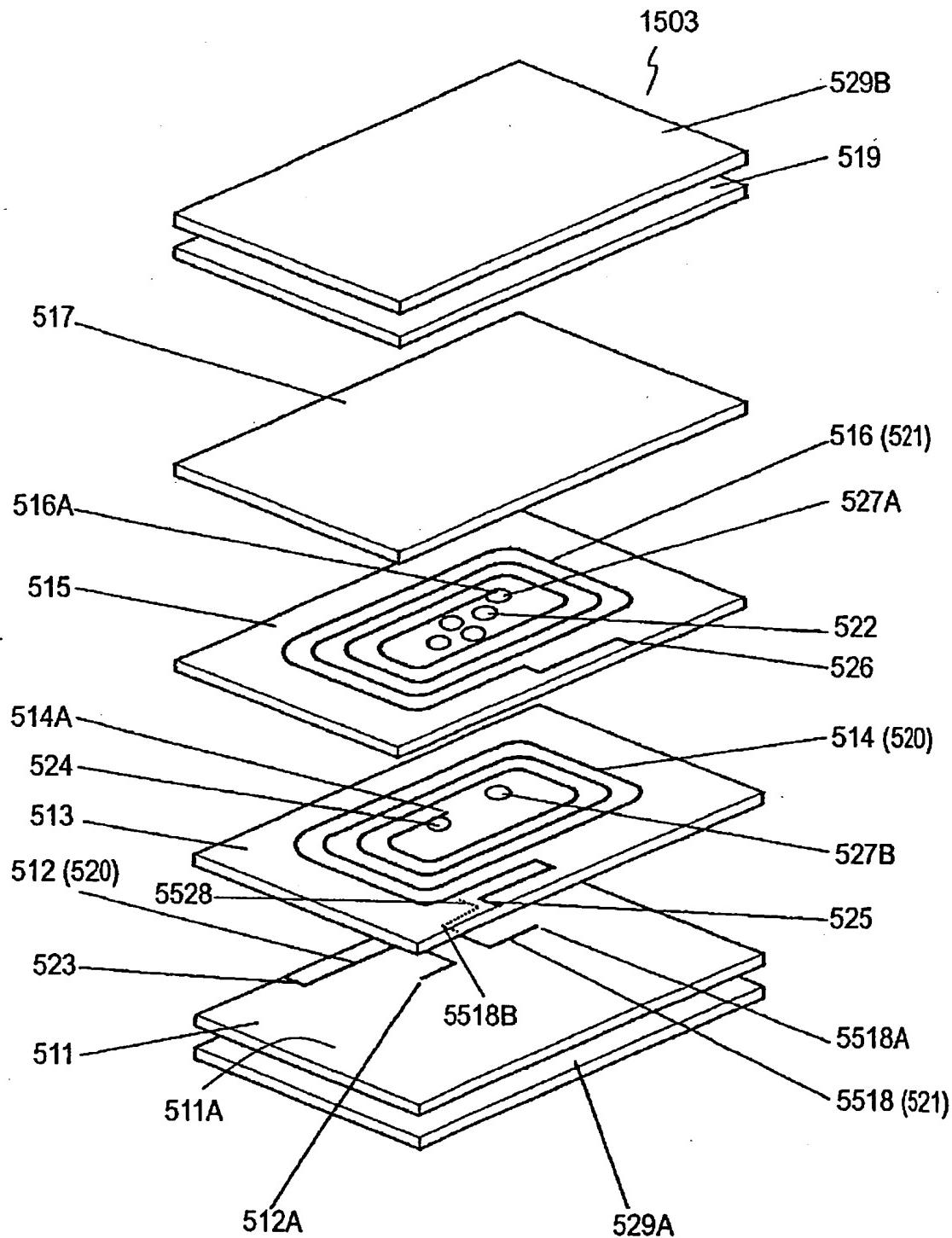
[図11]



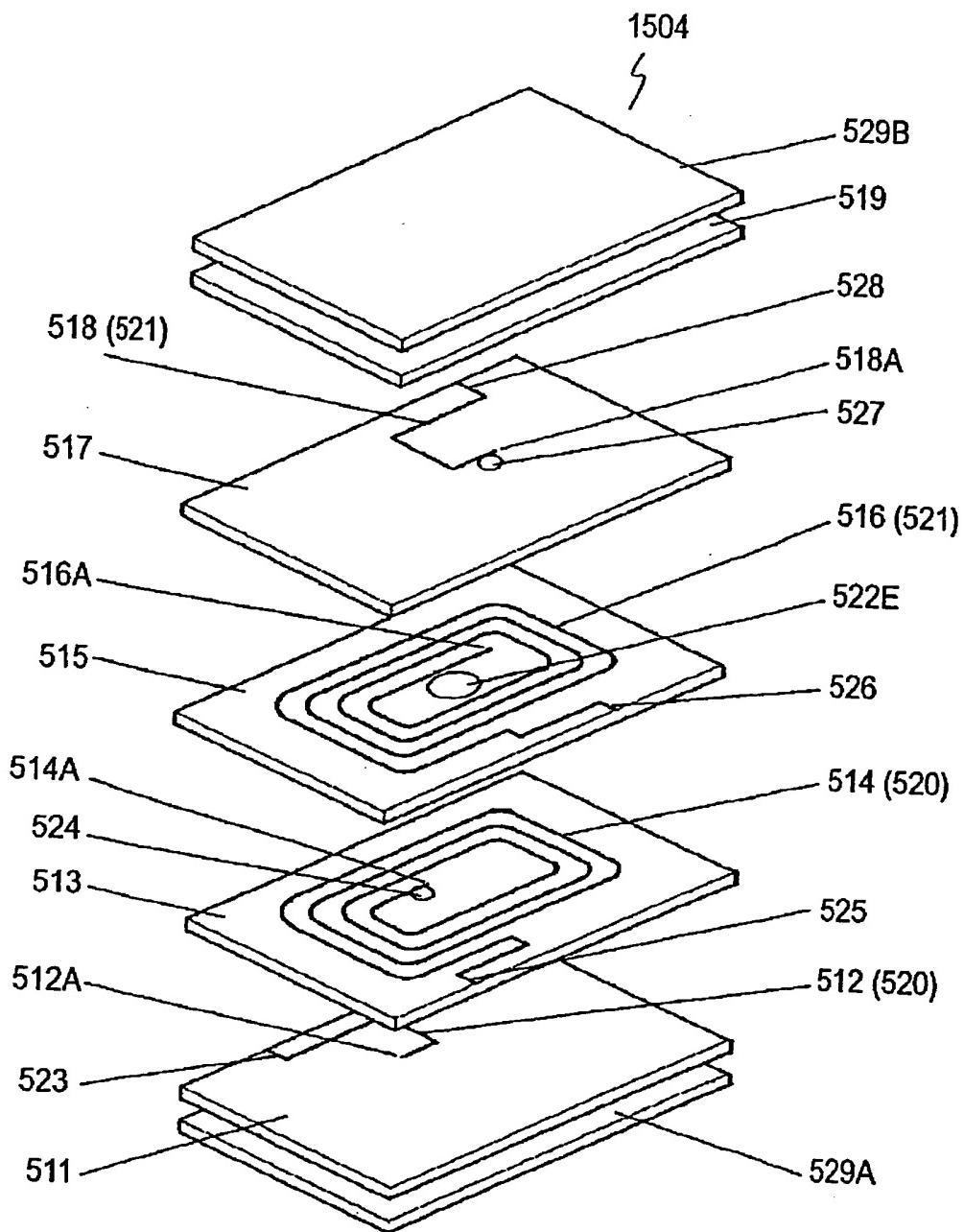
[図12]



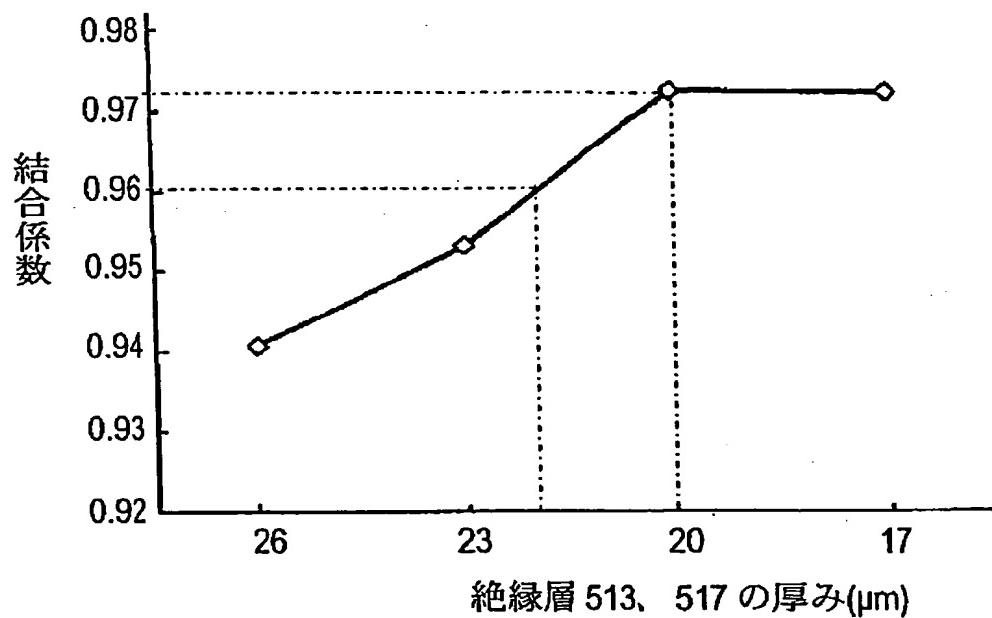
[図13]



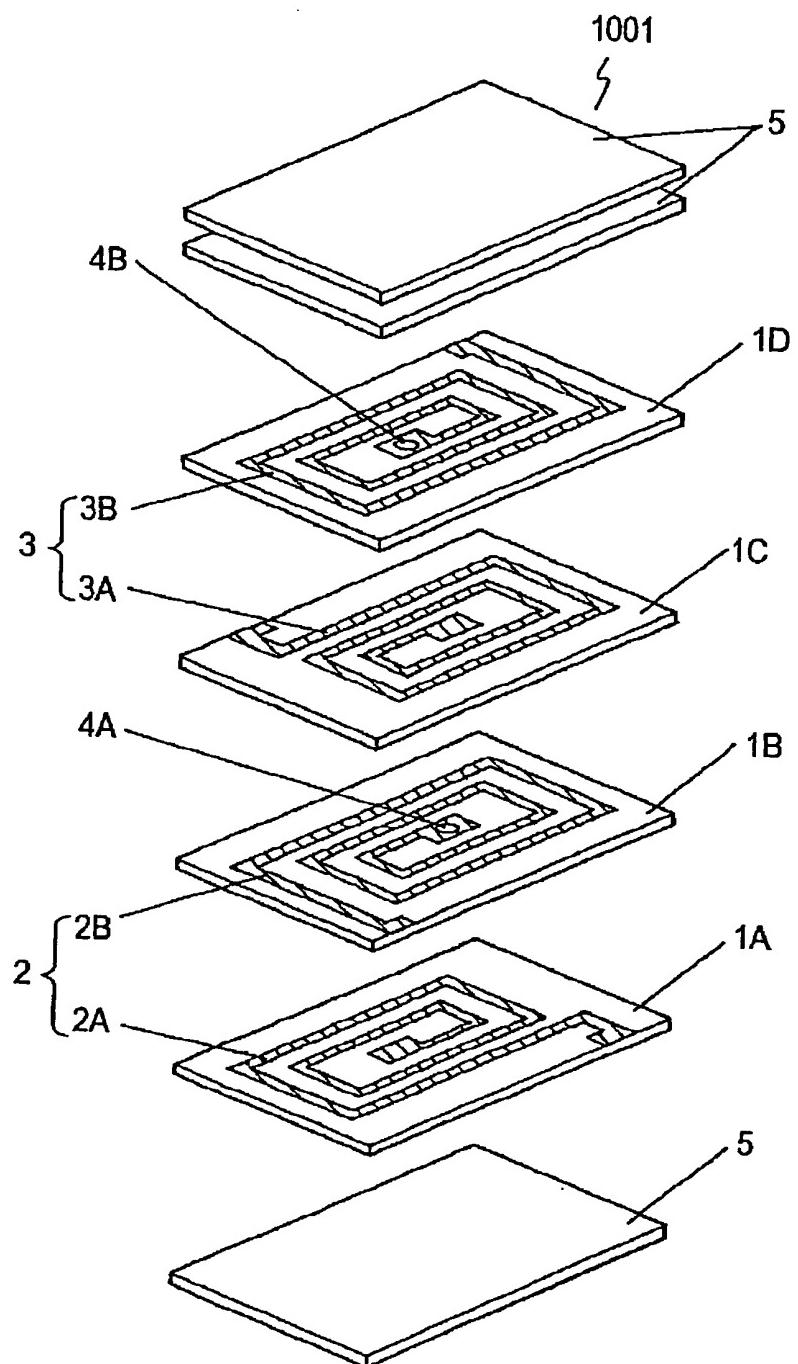
[図14]



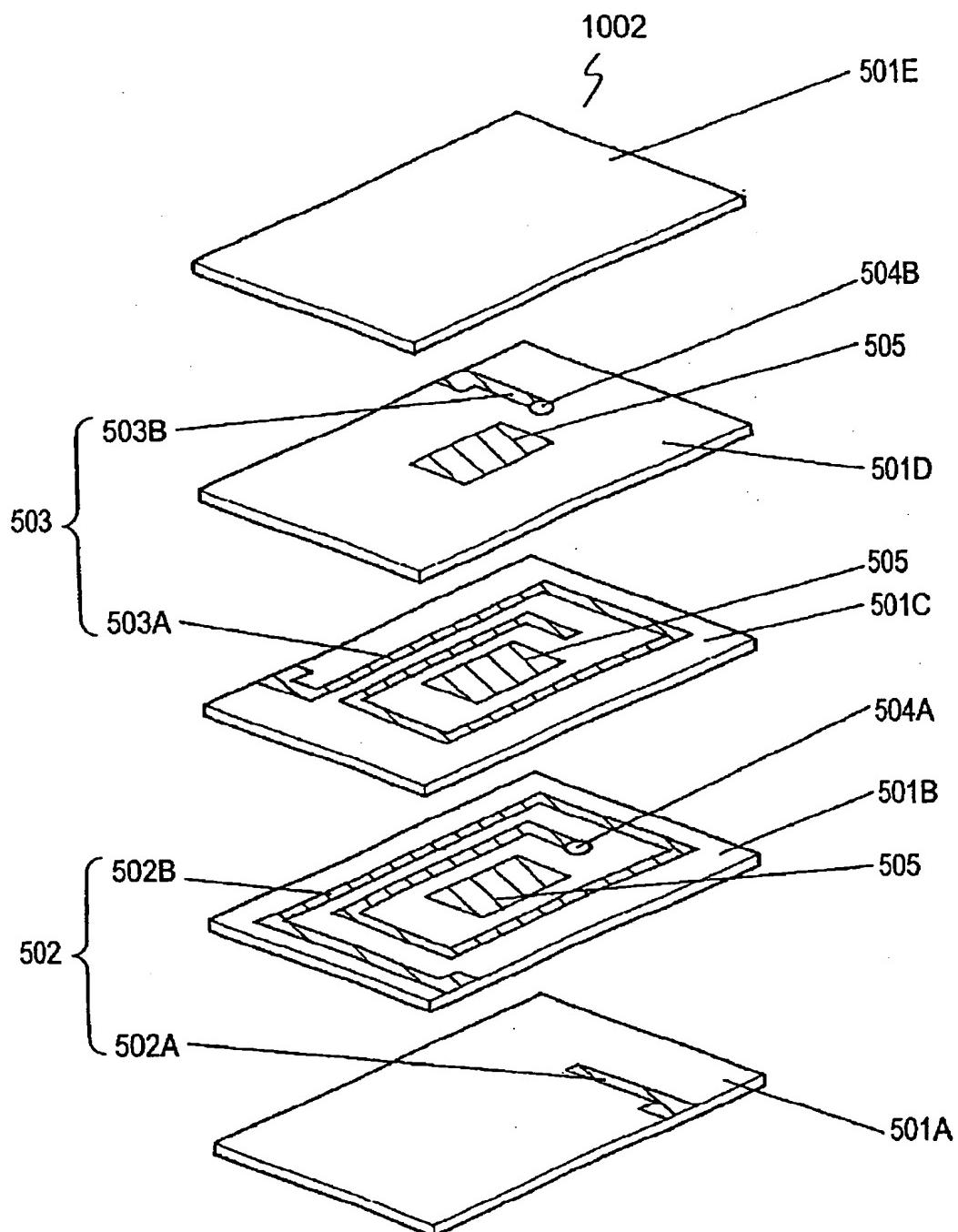
[図15]



[図16]



[図17]



This Page Blank (uspto)